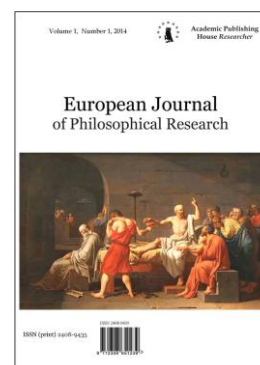


Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Philosophical Research
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7286
2019, 6(1): 22-39

DOI: 10.13187/ejpr.2019.1.22
www.ejournal17.com



Some Epistemological and Methodological Problems of Holistic Biological Modeling, Biosimilarity Identification and Complex Interpretation of the Origin of Life

Explications from the epistemological seminar (2013)

Oleg V. Gradov ^{a, *}

^a Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

Abstract

This article considers the novel approach for epistemological interpretation of biomimetics or bionics and biosimilarity in different abiogenetic works with the terminological correction for elimination of the reifications (concretisms, hypostatizations), simplified metaphors and the results of metonymy. In the last part of this article one can see the analysis of the mistakes and problems of complex abiogenetic or supramolecular evolution projects within the aspects of the Conway law and the social organization of science and publishing sphere in subjective postmodern capitalistic conditions.

Keywords: metaphor, reification, concretism, hypostatization, metonymy, Conway law, the fallacy of misplaced concreteness, allegory, social organization of science, postmodern capitalism.

1. Субъективный подход к интерпретации принципов моделирования как причина перевода проблемы биоподобия в дискурс «внутренней логики мифа» по Лосеву

Последние десятилетия XX в. стали эпохой кардинального переворота исторического значения в биологии клетки: развитие молекулярных технологий привело к возможности искусственного создания того, что ранее только исследовалось методами биологического анализа и не было воспроизводимо в лаборатории. Перефразируя Маркса, писавшего, что «философы лишь различным образом объясняли мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его»*, можно сказать, что биологи до сих пор исследовали клетку, а современная задача состоит в том, чтобы морфофункционально респециализировать/модифицировать и, в пределе, создавать клетки, то есть осуществить, говоря на сленге научно-популярной литературы, "reinvent" принципов организации клетки на искусственные системы (Church, Regis, 2012). Это требует высокого понимания этих принципов, то есть той живой "машинерии" (Goodsell, 2010), которая делает возможным функциональность той или иной

* Corresponding author

E-mail addresses: o.v.gradov@gmail.com (O.V. Gradov)

* В нем. оригинале – не "объясняли", а "интерпретировали" мир: "Die Philosophen haben die Welt nur verschieden interpretiert; es kommt aber darauf an, sie zu verändern" (цит. по: Labica G. "Karl Marx: Thesen über Feuerbach". 150 p., "Argument Verlag", Hamburg, 1996), то есть речь идёт, по факту, не о естественнонаучном объяснении механики процессов, а об их мировоззренческой интерпретации, относящейся к более высокому уровню абстракции. В данном случае это замечание необходимо, поскольку с аналогичной ситуацией мы неоднократно встретимся по ходу изложения.

известной нам биологической структуры. С точки зрения онтологического подхода в математической физике (Shapiro, 2000), структура воспроизводимых нами в модельных "модальностях" объектов зависит от той аксиоматики, которую мы приняли в отношении прототипов. От этого зависит то, что будет воспроизводить модель из известных свойств оригинала. Вопрос о том, какие переменные и операторы будут использоваться в теориях, эквивалентен вопросу о том, какие категории будут воспроизводиться в реальных моделях клетки (Simmons, 2011). Иными словами, формализм моделирования *soft artificial life** и его нотация (то есть сопоставление абстрактным переменным физических характеристик реального объекта), отражающие наше представление о принципах организации объекта и его функциональной активности, определяют принципы подбора и номенклатуру свойств, воспроизводимых нами в модели *wet artificial life*† (в случае выведения критериев модели *in vitro* из результатов моделирования *in silico*). Если мы сопоставим клетке неполные или некорректные представления о физических основах её функционирования (основанные на упрощенных моделях, не соответствующих реально действующим цитофизиологическим механизмам; либо включающие в себя ложные интерпретации наблюдаемых феноменов с позиций недостаточно развившихся для углубления в обуславливающий их структурный уровень наук), то получим модель, не удовлетворяющую ни реальной биофизике клетки, ни нашим представлениям о ней, поскольку качественную феноменологию биологических процессов она продемонстрировать не будет.

История науки знает множество таких нерепрезентативных моделей, так как попытки создания якобы "искусственной жизни" берут начало ещё в средние века (Andrä, 1616; Plavilscikov, 1962), а попытки создания т.н. «искусственных клеток» имеют примерно полуторавековую историю (Traube, 1864, 1866, 1867). Отграничив эти попытки от донаучных, ненаучных и антинаучных работ, сводивших эволюционные представления о развитии жизни к мгновенной *spontaneous generation* (Strick, 2002), предполагавшей случайное зарождение многоклеточных высокоорганизованных существ вплоть до человека‡ (Newman, 2004), мы будем рассматривать только моделирование клеток, поскольку рассмотрение возникновения надклеточных систем без моделирования возникновения клетки является бессмыслицей. Так как первичные клетки, получившие в англоязычной литературе название "protocells", калькируемое в России как "протоклетка", являлись продуктом абиогенеза, бессмысленно моделировать клетки или протоклетки, не моделируя при этом абиогенез. Создание физиологически-функциональной синтетической клетки, физически воспроизводящее механизмы абиогенеза (Luisi, 2010), в принципе, неосуществимо без правдоподобной целостной гипотезы "что есть жизнь" (Regis, 2008), поскольку результатом различных последовательностей процессов химической эволюции должна являться химически и физиологически различная "жизнь" или иной продукт этих процессов; то есть необходимо исходное понимание, какие объекты и по каким критериям идентифицируются как "клетки". Это подтверждает вышеуказанный тезис о воздействии трендов цитофизиологических представлений на тренды клеточного моделирования. Если рассмотреть математику как науку об образах (Resnik, 2000), то образам клеточной системы можно сопоставить принципиально различные нотации, что является проблемой, так как существуют контрадикторные теоретические представления, которые одинаково хорошо описываются разными типами математического формализма и моделируются на основе нетождественных физических метафор§. Вместе с тем, различные формализмы для аппроксимации функции клетки обращаются к различным, зачастую непересекающимся, совокупностям фактов в ходе аргументации идей, подтверждающих их "исключительную"

* *Soft Artificial Life* – компьютерное имитационное (математическое) моделирование биологической динамики.

† *Wet Artificial Life* – комплексное материальное – химическое воспроизведение клеточных процессов *in vitro* и *de novo*.

‡ Подобные "изыскания" раннего и последующих периодов получили затем остроумное название "Frankenstein's science" (см. одноименный сборник, вышедший в 2008 году под редакцией С. Knellwolf и J. Godall).

§ Достаточно упомянуть корпускулярно-волновые представления в физике, чтобы понять, о чем идет речь.

правильность, что, при условии физической адекватности их качественных результатов, переводит проблему их внутренней логичности и доказательности на уровень внутренней логики мифа (Losev, 2003-a).

2. Реификация и метанимия терминов в ходе развития науки приводит к качественному изменению моделей в силу изменения интерпретации их прототипов

Отсюда следует, что рассматривать формирование естественнонаучных представлений о возникновении жизни следует во всей полноте развития естествознания с учетом смены смысла терминов во времени (т.н. процессы метанимии) и следующей из этого эволюции нотации и физического смысла моделей. Следует иметь в виду, что на ранних стадиях ряд процессов и свойств как абиогенной, так и живой материи понимался более широко, из-за чего последующее сужение смысла терминологии неоднократно приводило современных историков науки к парадоксальным выводам, обусловленным неоправданно примененным ими элементом реификации или конкретизма (то есть абстрактные категории, которые в позднее время приняли известный физический смысл, понималось ими как конкретные и для раннего этапа становления научной лексики). Как справедливо отмечал Герцен в "Письмах об изучении природы" ещё в 1845 году, "во время неразвитости мышления, методы, языка, под односторонними определениями кроется несравненно более, нежели сколько лежит в строгом прозаическом смысле высказанных слов. Мы часто будем видеть, как из-за неловкого выражения проглядывает глубокое созерцание, и поэтому весьма важно усвоить себе смысл, в котором сама система понимала свои начала. Сказать просто: Фалес считает всему началом воду, а Пифагор – число, не заботясь о том, что для одного представляла вода, а для другого – число, значит выдать их за полусумасшедших или тупоумных" [цит. по (Герцен, 1946)*]. Таким образом, не учитывая явлений метанимии и реификации, проводить эпистемологический анализ возникновения и развития понятий абиогенеза как процесса формирования (прото)клеточной жизни (*a potiori fit denominatio*) невозможно. В работе (Canguilhem, 2000) об этом говорится достаточно лаконично – "не может быть никакой эпистемологии без конкретного изучения фактического развития науки". Нужно найти те истоки доклеточных и клеточных представлений, отголоски которых сказываются до сих пор на моделировании абиогенеза, как только мы отходим от цитологической конкретики естественной (прото-)клетки в сторону расширения смысла терминологии для неизбежной в ходе моделирования любых систем упрощающей или обобщающей метафоры (Black, 1962). Для этого необходимо проследить формирование метафор и вытекающих из них моделей в историческом развитии на протяжении всего периода существования соответствующей терминологии, а следовательно – в развитии самих естественнонаучных представлений.

3. Различие между биоморфными и функционально-биомиметическими структурами как различие меж донаучной и научной интерпретацией: переход от идеализма формы к объективности содержания как подход к достижению корректности содержательной биоморфной модели

Принципиальный вопрос заключается в том, с какого исторического периода начинать рассмотрение. Вполне очевидно, что возможности моделирования живой материи должны были нарастать синхронно с отказом от анимизма и витализма, однако, как справедливо показано E.J. Dijksterhuis в классической работе "Die Mechanisierung des Weltbildes" [цит. по пер. изд.: (Dijksterhuis, 1961); сверено с нем. ориг. (Dijksterhuis, 1956)], процесс удаления анимизма из науки происходил ещё со времен Пифагора, а материалистические взгляды на процессы абиогенеза, в противовес первичному "креационизму", формировались ещё античными мыслителями (Sedley, 2008). Несмотря на это, моделирование жизни не зародилось как научная дисциплина в античном мире, следовательно нужно искать иные ограничивавшие его развитие факторы до более позднего периода. Первичная гипотеза об отсутствии понятия моделирования как такового не выдерживает критики, так как ещё со времен Платона известно понятие "идеи", рассматривавшейся в переводе и интерпретации

* В недавнем англоязычном издании (Herzen, 2004) дан упрощенный перевод этого фрагмента.

А.Ф. Лосева как "порождающая модель", а в немецкой науке существует эквивалентное ей при воспроизведении идеи понятие "techne" (Leinfellner, 1966), расшифровываемое как "творческое конструирование того, что дано в модели". То есть для античных мыслителей была очевидна не только объективная суть моделирования явлений, но и его субъективная индетерминистическая сторона*. Вопрос упирался в то, что, осознавая эту субъективную сторону, античные мыслители не могли ставить себе задачи объективного моделирования чего-либо и, не имея точных знаний, смещали задачи моделирования как перевоплощения природной идеи в сторону метафор⁷. В частности, первичные элементы биомиметической (бионической) архитектуры возникли в древней Греции как поверхностные биоморфные подражания структурам биологического происхождения и их развитию (см., напр., сборн.: "Form Follows Nature: A History of Nature as Model for Design in Engineering, Architecture and Art" п/ред. Rudolf Finsterwalder, "Springer", Vienna, 2011), не имеющие модельного значения и функционально никак не сопряженные с прототипом. Во второй половине XX в. – начале XXI в., низводя смысл бионики до копирования биологической формы без учета масштабов, аналогично мыслящие представители романтизма повторили ту же ошибку, предполагая единственность сотворенной жизни и копируя её через внедрение "органических форм" (Gigante, 2009), хотя, также как и биомиметики в древней Греции, "органические формы" не имели никакого отношения ни к организму, ни к органическому составу моделируемых структур.

Предвидя резонные возражения на тему "какое отношение развитие данных донаучных и ненаучных форм мышления могло иметь к научным представлениям о генерации жизни и возможности её моделирования", нужно сделать ремарку о том, что до времён Гёте наука не была изолированной из пласта субъективного человеческого мышления – даже Академии ведущих стран были столь же научными, сколь и "культурными" учреждениями и поэтому политически управлялись трендами, бытовавшими в образованном обществе в целом (Richards, 2004). Согласно нашим данным, полученным в ходе работы с зарубежной литературой, проблема влияния идеалистических концепций романтизма на науку активно дискутировалась в начале 1990-х гг. (достаточно упомянуть два базовых сборника по теме: "Romanticism and the Sciences" п/ред. A. Cunningham и N. Jardine, выпущенный "Cambridge University Press" в 1990-м году, и "Romanticism in Science: Science in Europe, 1790-1840" п/ред. S.Poggi и M.Bossi из серии "Boston Studies in the Philosophy and History of Science" 1994-го года), и из известных нам данных можно сделать однозначный вывод о существенном сдерживающем воздействии волюнтаристических по сути романтических (а, по существу, идеалистических) представлений на развитие естественнонаучного моделирования в науке – и биологического моделирования в частности[†].

* "Ни дуализм, когда идея вещи совершенно оторвана от самой вещи, ни спиритуализм, когда идея вещи одушевляет эту вещь и снаружи и внутри нее самой, ни механицизм, когда идея вещи действует на вещь, наподобие какой-то внешней материальной силы, но именно порождающее моделирование впервые правильно и отчетливо характеризует собою, по Платону, отношение между идеей вещи и самой вещью".

Цит. по: Лосев А.Ф. "История античной эстетики", Том 3, Часть II, § 3.

См. также: « Twelve Theses on Antique Culture» (Losev, 2003b).

[†] Действительно, резонно заметить: как, осознавая моделирование как форму редукционистского познания, оперирующую *конечными* по своей точности воспроизведения оригинала элементами, моделировать вещи, которым приписываются "непознаваемые", "бесконечные" *безмерные* свойства? Так, признавая потенциал самозарождения жизни, Аристотель допускал возможность формирования любых морфологически-сложных структур и организмов, оперируя в работе "О возникновении животных" вошедшими в обиход идеалистов на многие века вперед (и поныне) фразами "In all things of nature there is something of the marvelous" (Книга I) и "Nature flies from the infinite, for the infinite is unending or imperfect, and Nature ever seeks amend" (Книга I).

По нашим данным (сетевой контент-анализ), эти фразы встречаются в оригинальных работах прошлого тысячелетия несколько сот раз. Этот образ "жизни" моделировать даже в платоническом смысле, понятно, невозможно.

4. Функциональная модель сложных систем не может являться метафорой или эпистемологической аллегорией, поскольку упрощение сложности, как правило, влечёт невозпроизводимость функции, возникающей при эмерджентном комплексировании суммы факторов сложной модели

Вывод из этого очевиден: любое малейшее допущение волюнтаризма и произвольных трактовок (метафор) в рассмотрении и воспроизведении явлений жизни и "живых" форм, неизбежно ведёт к дискредитации самой логики воспроизведения биологических явлений. Между тем, до сего дня в позитивистской, но не логико-материалистической зарубежной науке (sic!), существует тенденция пользоваться метафорами, а не материалистической - формальной или диалектической - логикой для понимания сути явлений в биологии. Это достаточно просто проиллюстрировать, сославшись на роль метафор в биологии развития (Keller, 2003; Haraway, 2004), генетике (Keller, 1995), кладистическом методе (Lass, 1988), биохимической фармакологии (McCarthy, 2003) и других областях. В французской лексике "метафора", очевидно, исходно является синонимом модели (Argemi, Rossetto, 1983), но в других языках слово "модель" имеет более точное содержание. В связи с этим, говоря, например, об антидарвинизме Ницше (Moore, 2006) англичане и немцы, не имеют в виду "точную математическую модель Ницше", противопоставленную "еще более точной модели Дарвина", а имеют в виду противопоставление идей, близкое к тому, что понималось под этим в античной философии (см. выше).

Известно, что любая биологическая наука становится наукой только после избавления от метафорической сути ранних (первичных) представлений (Tauber, Chernyak, 1991), поэтому оперировать эвристически-удобными метафорами как "костылями" для разума может быть бесполезно в аспекте достоверности формируемых на этой основе фривольных представлений. Данная ситуация не нова, так как ещё в начале XX века об аналогичном метафорическом (а по сути, как мы убедились несколько ранее, внутренне логичном "мифологическом") тренде в физике шли ожесточенные споры философов и физиков: по мнению наиболее радикальных и логически-последовательных критиков единственный выход из создававшейся ситуации состоял только "в полнейшем отказе от всех образных представлений, от тех «механических моделей», как говорят англичане, без которых когда-то не существовало настоящей физики" (Ленин, 1933)*.

Владимир Ильич Ленин, рассматривая работу Абея Рея "Современная философия" (Rey, 1908), в частности, отмечал, критикуя такие метафоры: "Мах ... называет их просто «мифологией». Как всякая мифология, она есть нечто ребяческое; она могла быть полезна, когда мы не умели смотреть на вещи прямо" и (далее по тексту) "кто может ходить сам, тот не станет пользоваться костылями... Физика, достигнув зрелого возраста, уже не нуждается в грубых изображениях для почитания своих богов" (Ibid).

Может быть целесообразно, элиминируя вероятность несогласия с предшествующим по идеологическим причинам, привести и более ранние слова диалектика и материалиста Герцена, писавшего, в частности, что: "в физических науках принято за обыкновение допускать подобного рода гипотезы, т.е. условную ложь для объяснения; но ложь не остаётся вне объяснения (иначе она была бы вовсе не нужна), а проникает в него, и вместо истины получается странная смесь из эмпирической правды с логической ложью" (Герцен, 1946).

Известно, что основная масса простых прикладных расчетов, используемых в биофизике и математической биологии, в особенности - на молекулярном уровне (Scherer, Fisher, 2010; Brooks et al., 1988), основана на принципах теоретической физики, введенных зачастую в виде приближенных решений или аналогий. Существуют исторически принятые за основу механистические аналогии практически во всех областях физики, превосходным примером чего может служить наличие множественных аналогий в квантовой физике и оптике (Dragoman, Dragoman, 2004; Povh, Rosina, 2005), физики элементарных частиц и атомного ядра (Hoffman, 2008), магнитостатике и магнитодинамике (Mattis, 2006).

* Существует английский вариант этой книги (Lenin., 1961), выпущенный "Lawrence & Wishart" в Лондоне при поддержке московского Издательства литературы на иностранных языках.

5. Вопрос изменения контекста или метафоры моделирования состоит не «в том, как мы моделируем», а «в том, что мы моделируем». Физически, химически- и биологически- корректные модели корректны различно

Автор последней цитированной работы Mattis D.C. напрямую пишет, что ряд аналогий в области компетенции его исследований принят исключительно для удобства, т.е. упрощения математического понимания и, как следствие, теоретического описания существующих в реальности неэлементарных феноменов. Действительно, можно ли говорить о достаточно корректной механической аналогии, если та же механика, в зависимости от уровня работы и времени её выпуска, может быть описана как детерминистическими, так и имеющими стохастическую часть выражениями (Rajeev, 2013)? Один из крупнейших теоретиков прошлого века в области субатомной физики Рихард Вейнер в своей книге "Analogies in Physics and Life" писал: "Аналогии играют фундаментальную роль в науке. Чтобы понять, как и почему, в данный момент, определенная аналогия была использована, нужно знать конкретные, исторические обстоятельства, при которых новая идея была развита. Этот исторический фон никогда не представляется в научных статьях и довольно редко в книгах", но "для практика, который ищет озарения или, кто хочет понять суть работы коллег ... эти исторические обстоятельства могут быть увлекательными и полезными" [цит. по: (Weiner, 2008)]. Таким образом, очевидно: для того, чтобы четко проанализировать развитие представлений об абиогенезе клеточных структур и метанимии понятий теории, ведущие к изменению характера моделируемых структур, придется рассмотреть историю аналогий, к которым прибегали мыслители прошлого, работавшие в смежных отраслях и над смежными проблемами.

Этот подход к распутыванию клубка противоречий, возникших в теории абиогенеза и клеточной биомиметике в результате некоррелированных метанимий, напрямую связан с тем, что метафоры влияют на дискурс нашего видения мира (Geary, 2012) и если "вчера" рассматривали клетку с коллоидно-химических позиций, сегодня с макромолекулярных, а в наступающем "завтра" будут рассматривать с супрамолекулярно-химических позиций, то вполне очевидно, что в первом случае будет моделироваться коллоидная структура без учета молекулярной организации, во втором - макромолекулярный или (био)полимерный ансамбль, молекулярная организация которого будет рассматриваться аддитивно (подобно любому синтетическому полимерному образцу), а в третьем - супрамолекулярная система с селективными связями и свойством детерминированной ими самосборки.

Чтобы доказать это достаточно обратиться к истории, памятуя афоризм Ричарда Фейнмана "What I cannot create, I do not understand", в последнее время часто встречаемый в монографиях области синтетической биологии и биомиметического моделирования (Pross, 2012; Eliasmith, 2013). Являясь - помимо средства воспроизведения свойств некоторого предмета - прежде всего средством его познания, любая модель либо апеллирует к законам природы, либо, в случае «мнимой безнаказанности» обратного, "навязывает природе" свои представления о ней. Эта точка является классическим пунктом разногласия "объективных" идеалистов и материалистов, о котором ещё Энгельс, критикуя Гегеля, писал: "ошибка заключается в том, что законы эти он не выводит из природы и истории, а навязывает последним свыше как законы мышления", из чего следовала Гегелевская "ужасная конструкция: мир - хочет ли он того или нет - должен сообразоваться с логической системой, которая сама является лишь продуктом определенной ступени развития человеческого мышления" [цит. по: (Энгельс, 1930)*]! Формальная математическая аппроксимация реальности и её "фингерпринтинг" по неким графическим лекалам с известными зависимостями математической физики, выходящая в топ-лист направлений математической биологии[†], увы, ничего не может сказать о том, почему та или иная нотация

* Наиболее свежее английское издание - 2012 года (Engels, 2012)

[†] Начиная с 2008 года этот статус можно считать закрепленным после прошедших в июне 2008 г. мероприятий - первого международного семинара по формальным методам в системной биологии (First International Workshop, FMSB 2008) в Кембридже и восьмой международной школы по формальным методам в разработке компьютерных, коммуникационных и программных систем (8th International School on Formal Methods for the Design of Computer, Communication, and Software

или аппроксимация лучше другой (Yanofsky, 2013), не используя при этом метафор, "субституирующих" смысл переменных в нотации или моделирующих их поведение в математическом базисе аппроксимации с той или иной точностью, то есть той или иной вероятностью правдоподобия (Valiant, 2013).

6. Проблема многофакторного фитирования или аппроксимации формы и функции: холистическая альтернатива субъективному моделированию?

Из этого следует, что остающиеся пределы выбора конструкции более чем достаточны для субъективной подгонки (фиттинга, как называют этот процесс обработчики данных) и отчасти произвольного выбора верифицируемых гипотез о структуре моделируемого. Это, учитывая вышеуказанное определение воспроизведения структуры как способа познания её внутренней организации, предъявляет особые требования к структуре модели, прямым следствием из которых могло бы являться следующее утверждение: "если модель хорошо воспроизводит структуру прототипа, значит базовые представления о нём, заложенные в основу модели, корректны; если модель не воспроизводит всю полноту функциональной активности, значит она неполна или, тождественно, недостаточно корректна". То есть, для нас сама функциональность и феноменологическая адекватность модели оригиналу может являться критерием её корректности и корректности наших представлений. Если говорить о клетке, то можно не столько постулировать, сколько констатировать факт недостаточно корректной модельной реконструкции и неполноты существовавших представлений о ней – в противном случае мы давно уже имели бы позитивный опыт конструирования клетки и существования полноценной искусственной жизни. Следовательно, необходимо искать в истории вехи, на которых произошла субъективизация или же вынужденно не произошел переход к объективному знанию о клетке, где удобный для математизации редукционизм заменил холизм, математическая формализация которого стала возможной лишь в конце XX века (Merry, 1995) и была опасна до тех пор в силу биологического ревизионизма и идеалистических воззрений на него среди части специалистов (Bortoff, 1996; Harman, Sahtorius, 1998). Иначе говоря, в силу каких внешних к науке причин (психологических, религиозных, социальных, политических) на длительное время происходила деформация пути познания механизмов явлений жизни или клетки и сонаправленного моделирования её функции.

Современная гносеология отвечает на этот вопрос в контексте перехода причинно-обусловленных детерминистских моделей, характеризующихся взаимно-однозначным соответствием (one-to-one model) antecedента и консеквента, в более вариативное русло индетерминизма, дающего просторные основания для новой "метафизики" вместо перехода к осмыслению этой вариативности во всей её сложности и полноте.

7. Эпистемическая, модальная и онтическая формы научного объяснения по Сальмону: разнообразие «омиксных» трендов и «миров» абиогенеза, являющееся следствием вырожденной редукционистской парадигмы

Переход к этому неполному знанию, апеллирующий к эвристической сложности обратного, в сущности, "означает только то, что одна школа естествоиспытателей в одной отрасли естествознания скатилась к реакционной философии, не сумев прямо и сразу подняться от метафизического материализма к диалектическому материализму"* (Lenin, 2002).

Различие между указанными типами научной эвристики хорошо интерпретируется в рамках известной классификации Сальмона, разделявшего три вида научного объяснения – "эпистемический" (epistemic), "модальный" (modal) и "онтический" (ontic) и определившего их различие как отличие стохастических гипотез от причинно-механистической аргументации (Salmon, 1984). Если это противоречие между способами рассмотрения предмета исследования вывести как коррелят такого же противоречия между предполагаемыми способами возникновения объекта исследования – то есть клеточной

Systems) с фокусированием приглашенных докладов на формальных методах в компьютерной биологии (Formal Methods for Computational Systems Biology).

* Цит. по: Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Полн. собр. соч., т. 18, с. 327.

жизни – то станет очевидно, почему сторонники полноценного причинного объяснения выдвигают теории неизбежности возникновения биологических структур, а субъективисты, не желающие рассматривать механизм абиогенеза в полной его сложности, формулируют химически-односторонние гипотезы, получившие общее для всех таких построений, название "миров" (worlds).

Так, помимо известного и в России "мира РНК" (Spirin, 2005, 2010), существуют: "пре-РНК мир" (Larralde et al., 1995); "мир ТНК" – на основе треонуклеиновой кислоты (Yu et al., 2012); миры белка (Andras, Andras, 2005; Caetano-Anolles et al., 2009), включая т.н. "[GADV]-protein world", в котором белки являются квазиреплицирующимися и кодирующими семантидами* (Ikehara, 2005); мир репродуцирующихся при делении везикул липидов – т.н. "липидный мир" (Segre et al., 2001; Bar-Even et al., 2005); мир геликатов – спиральных супрамолекулярных структур, подобных ДНК (Lehn, 1996); метаболический мир (Weber, 1996) и связанный с ним концепт "мира сахаров" (Weber, 1991)†; вирусные миры различной конституции (Koonin et al., 2006; Koonin, 2009); + множество ранних "миров" органического [например – "HCN world" (Matthews, 2005)], и неорганического [например – "Zinc world" (Mulkiđjanian, Galperin, 2009; Mulkiđjanian, 2009)] состава, а также пребиотические миры – промежуточные между органогенными и неорганическими (Ferris, 1999)! Очевидно, что такая биохимическая фрагментарность и стохастичность в принципе не могла привести к сборке клетки (если не привлекать дополнительных допущений, ещё больше увеличивающих дифференциацию гипотез в силу их гносеологического априоризма). На самом деле, все данные направления, в неявном виде апеллирующие к разграничениям, искусственно установленным человеком в форме границ отдельных наук в рамках системной биологии – протеомики, липидомики, интерактомики, металломики и т.д. – являются только аспектами воззрения на предмет, но не полной картиной самого объекта.

Если в генетическом направлении уже приходит понимание необходимости мембранной инкапсуляции и компартментализации на определенных стадиях абиогенеза (Kurihara et al., 2011; Strulson et al., 2012), то для всех остальных случаев каждый новый биохимический "мир", как правило, приводит к распаду неполной, но целостной картины абиогенеза и утрате её связи с формированием клетки как таковой. Поэтому, как нами указывалось выше, различное понимание того, что представляет собой возникающая под действием эмерджентных и синергетических факторов система, приводит к различию того, что подлежит моделированию.

8. Влияние специализации отраслей молекулярно-биологического знания на результат моделирования комплексных молекулярно-биологических структур: диалектические противоречия против отдельных феноменов

Как следует из вышеуказанного деления форм и стадий абиогенеза на "миры", в настоящее время имеется несколько типов моделирования предбиологических структур или протоклеток, опирающихся на разные акцентируемые свойства простейших / элементарных живых систем. Они являются коррелятами соответствующих биогенетических гипотез или представлений. Например, в случае принятия любой гипотезы в рамках теории "мира РНК", включая её компартментализованную версию (Strulson et al., 2012), моделирование основывается на рибозимах или на внедрении РНК в компартментализационную везикулу (Chen et al., 2005; Adamala, Szostak, 2013). Если модель при этом не демонстрирует каких-либо важных свойств клетки, например – шнуруется и почкуется вместо нормального деления (Fujikawa et al., 2005), то это не считается принципиально важным, так как данная модель исходно "заточена" на воспроизведение

* [GADV] – аббревиатура от названия кодирующих аминокислот, функционально замещающих основания – Gly, Ala, Asp и Val. Термин "семантиды" для кодирующих биополимеров в противовес "эписемантидам", не кодирующим биосинтез, был введен Полингом и Цукеркандлом в 1965 г. (Zuckerkindl, Pauling, 1965).

† По последнему пункту наиболее информативным источником является малодоступный препринт Вебера с конференции (Gordon Research Conf.) по происхождению жизни ("Origins of Life"), прошедшей 20-25.12.2008 в Вентуре (Калифорния): "Sugar World Chemistry: Sugars as the Source of Energized Carbon for the Origin of Life" (SETI Institute, NASA Ames Research Center).

преимущественно одной – репликационно-самовоспроизводящейся функции на молекулярном уровне. Или же – в случае принятия опорных моделей "мира белка", логичным является моделирование формирования протоклеток на основе нуклеации белка (Rapis, 2005), либо получение безмембранных модельных структур на основе пептидно-нуклеотидных микрокапель (Koga et al., 2011), предполагающих ненужность собственно нуклеинового генома и мембран или только генома, ибо функции мембраны может выполнять некий сурфактант (для чего могут быть достаточными минимальные, нанометровые размеры «клеток» (Rasmussen et al., 2003, 2004)). Любые упрощения подобного рода либо игнорируют целостность процесса и формы, имплементированной в клеточной «конституции», либо не отвечают на вопрос о причинах и предпосылках возникновения тех или иных структур в составе целого. Допустим, появление одновременно нескольких регулирующих систем – внутренне-противоречивый для системы в целом факт; если не учитывать наличие обратных связей в процессе формирования клетки – невозможный, однако возможный при учёте явлений синхронизации из синергетической области, а также диалектических противоречий, вынуждающих протоклетку к совмещению данных регуляторных систем в рамках компенсаторной реакции или принципа Ле-Шателье в общефилософской его трактовке.

Увы, для историков науки последних десятилетий стало общим местом спекулятивное апеллирование к дискретной структуре познавательного процесса в отдельных отраслях, проявляющейся в резкой смене исторически сложившихся парадигм (по Куну) под грузом накопившихся противоречий. Согласно этим воззрениям, нормальная наука, способная описывать любые факты, появляющиеся в ходе исследований, в рамках имеющихся представлений, накапливая «аномалии» или «необъяснимые факты» формирует множество противоборствующих школ, превращаясь при этом в "экстраординарную науку", которая затем неизбежно претерпевает научную революцию, то есть смену парадигм, объясняющих те же объективно регистрируемые факты. По факту же, при эволюции науки о комплексных системах, например – молекулярной и клеточной биологии, происходит не только эволюция в рамках диалектики отрицания и далее отрицания отрицания, но и перестановка акцентов, не отрицающая остальные компоненты системы, но как бы абстрагирующаяся от них. Если, как это произошло с молекулярной биологией процессов аутопоэза и ранней молекулярной (предбиологической) эволюции, стороны начинают упорствовать, подобно спору мудрецов в известной греческой притче (концептуально сводимому к спору из сценария «Крылья, ноги и хвосты» А.А. Иванова: «– Крылья, крылья... Ноги! – Ноги, крылья... Главное – хвост!»), то в результате суммарный выигрыш в рамках теории игр уменьшается, а кооперативность как фактор эмерджентной самоорганизации системы исчезает.

Результат этого проявляется в формировании противоречащих друг другу теорий, никак не вяжущихся с наблюдаемым комплексом фактов настолько, что естественная вероятность возникновения и существования объекта исследования в наблюдаемом виде при принятии всех необходимых допущений одновременно устремляется к нулю. Между тем, интеграция их, в противовес распространённому мнению, ведёт не к усугублению противоречий, а к полной компенсации контрадикторных факторов – тем более полной, чем более полный факторный комплекс закладывается в основу, то есть – чем меньше величина абстрагирования в модели и декомпозиции в схеме взаимодействия в ней.

Вместо заключения (результаты дискуссии с гуманитарной аудиторией)

Анализ постмодернистской литературы, аргументирующей различные положения в рамках теории структуры научных революций Куна и близкородственных построений Фуко, создает неизгладимое впечатление в том, что авторы применяют этот подход бессистемно, исходя из моды этого концепта в гуманитарных кругах, не делая при этом попыток понять элементарные естественнонаучные следствия из диктуемых ею выводов. Между тем, любая смена воззрений в любой из естественных наук влечет за собой также смену модельных представлений в целом ряде её смежных субдисциплин, причем происходящие на стадии перехода данной науки в "экстраординарную" фазу развития дробления школ и почкования подчиненных направлений неизбежно ведут также к количественному умножению версий парадигм в этих смежных дисциплинах. Соответственно, результаты моделирования клетки могут быть достаточно положительными только при переходе к интегральному подходу, что

требует качественно иного – не индивидуалистического (т.е. не «новый конкретный world и новая конкретная omics-ная отрасль в тренде как панацея для объяснения всего абиогенеза с полным подавлением потребности в биохимии всех кто мыслит иначе», а «комплексировать всё известное, чтобы преодолеть возможные противоречия и недоговорки каждого концепта знания»). Эгоистичная и монополизированная, но при этом отгороженная от соперников по источникам ассигнований только путём ограничения областей собственной компетентности, очередная «омика», порождающая очередной предварительно отграниченный её границей «world», не сможет привести к пониманию появления всего, что находится за этой границей, следовательно – абиогенеза и морфопоэза (прото-)клетки в целом. Следовательно, ответ на вопрос о происхождении клеточной жизни в рамках молекулярной биологии ограничен как целое не только объективным уровнем развития науки (базисом), но и «эпистемологической надстройкой», обусловленной, во-первых, редукционистским характером системы познания в условиях конкурирующего за ресурсы / статус научного мира (по субъективным причинам, со смыслом науки никак не связанным), а во-вторых, первопричиной этой конкуренции как базиса – а именно политэкономическим устройством капитализма эпохи постмодернизма, в силу которого личное выживание школ ставится выше поиска непротиворечивой истины, а истинность как предельная цель понимания подменяется множеством подножных «истин», выбор из набора которых часто осуществляется по имиджевым соображениям успешности в их продвижении, а не целостностью аспектов аргументации в рамках системы естественных наук («кто опубликовал результат в “Nature” – более прав, чем тот, кто сделал это в “Origin of Life and Evolution of Biosphere”; кто получил грант Европейского Агентства или в системе NIH, по определению, более прав, чем тот, кто пытался сделать что-то в Восточной Европе за счёт имеющейся инфраструктуры или в КНР на скопированных приборах – бренды которых отличны от престижных). Неконтролируемая метания и реификация терминов в рамках системы постмодерна приводит к несовместимости интерпретаций (и невозможности механизмов соответствующих эффектов *ceteris paribus*) и возникновению противоречивых концептов, не являющихся в корне противоречивыми, но становящихся не дополняющими, а конкурирующими – в силу социальной организации науки вышеуказанного современного периода. «Внутренняя логика мифа», не дающего прийти к разрешению в целом проблемы абиогенеза не может быть преодолена без преодоления «логики мифа» организации науки и общества в целом, обеспечивающего их стабильность, несмотря на наличие внутренних противоречий, по факту, ведущих к стагнации в объективных потребностях, удовлетворение которых возможно только в рамках коллективизма и кооперации групп на пути к цели. Цель разрешения проблем абиогенеза может быть в принципе решена только соответствующими ей средствами, являющимися формой по отношению к содержанию объекта исследования – «мультиагентной» и мультипараметрической биологической системы. Следовательно, цель эта будет сознательно достигнута только на том уровне, когда «развитие производительных сил», определяемое организацией труда, не содержащей противоречий, препятствующих её реализации, станет адекватным цели – когда степень коллективизма между отдельными (по организации труда/субординации и объекту исследования) группами (хотя бы отсутствие конкуренции за «материальный ресурс индивидуального потребления» и нематериальный/статусный профит, заставляющее бороться против очевидных, но невыгодных положений, а иным – доказывать целесообразность комплексного подхода там, где она является общим местом, но отрицается из-за индуцируемого ею «сужения кормовой базы» и необходимой, но воспринимаемой как посягательство «коллективизации» работы в рамках интегральных программ) будет соответствовать комплексности объекта, части которого ими исследуются. Это соответствует экстраполяции на структуры исследований закона Конвея для системного программирования: организации, создающие системы, ограничены дизайном, копирующим структуры коммуникации в организации*.

* Точ. цит.: "organizations which design systems ... are constrained to produce designs which are copies of the communication structures of these organizations" (Conway, 1968) или в выражении J.O. Coplien и N.B. Harrison: «If the parts of an organization (e.g., teams, departments, or subdivisions) do not closely reflect the essential parts of the product, or if the relationship between organizations do not reflect the relationships between product parts, then the project will be in trouble... Therefore: Make sure the organization is compatible with the product architecture».

Благодарности

Работа является расшифровкой презентации эпистемологического семинара 2013 года, выполненной с участием некоторых коллег автора данной работы. Автор благодарит коллег за помощь в библиографической корректуре. Автор также благодарит зарубежных коллег за доступ к литературе в тот период, когда отсутствие перегрузки отчётностью в рамках ФАНО ещё позволяло делать не только практические работы, но и приходиться к общим проблемам с целями, направленными на интегральную перспективу науки, а не отдельного государства/корпорации. Со второй половины 2013 года семинара не существует, а в последние годы это направление научного творчества является не востребовавшимся в силу отсутствия отдачи для практики – импортозамещения и наукометрии. *An nescis, mi fili, quantilla prudentia mundus regatur? ...Animus quod perdidit optat, Atque in praeterita se totus imagine versat!*

Литература

- [Герцен, 1946](#) – Герцен А.И. Письма об изучении природы. 316 с., М., ОГИЗ, 1946.
- [Ленин, 1933](#) – Ленин В.И. Философские тетради. 475 с., Ин-тут Маркса-Энгельса-Ленина при ЦК ВКП(б), Партийное издательство, Москва, 1933.
- [Энгельс, 1930](#) – Энгельс Ф. Диалектика природы (в сер. "Библиотека научного социализма" под общ. ред. Д. Рязанова). 380 с., Институт К. Маркса и Ф. Энгельса. Государственное издательство (Ленинградский Областлит), 1930.
- [Adamala, Szostak, 2013](#) – Adamala K., Szostak J.W. Competition between model protocells driven by an encapsulated catalyst. *Nat Chem.*, 2013, Vol. 5, Is. 6, pp. 495-501.
- [Andras, Andras, 2005](#) – Andras P., Andras C. The origins of life – the 'protein interaction world' hypothesis: protein interactions were the first form of self-reproducing life and nucleic acids evolved later as memory molecules. *Medical Hypotheses*, 2005, Vol. 64, pp. 678-688.
- [Andreä, 1616](#) – Andreä J.V. Chymische Hochzeit Christiani Rosencreuetz anno 1459. Arcana publicata vilescunt & gratiam prophanata amittunt. Ergo ne Margaritas objice porcis, seu Asino substerne rosas. 143 p., "Verläg. Lazari Zetzners", Straßburg, 1616.
- [Argemi, Rossetto, 1983](#) – Argemi J., Rossetto B. Solutions périodiques discontinues pour l'approximation singulière d'un modèle neurophysiologique dans R_4 – une métaphore dans R_3 avec chaos. *Journal of Mathematical Biology*, 1983, Vol. 17, Is. 1, pp. 67-92.
- [Bar-Even et al., 2005](#) – Bar-Even A., Shenhav B., Kafri R., Lancet D. The Lipid World: from catalytic and informational headgroups to micelle replication and evolution without nucleic acids. In: *Life in the Universe*, Ed. by J. Seckbach, Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, 2005, pp. 111-114.
- [Black, 1962](#) – Black M. Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1962, 268 p.
- [Bortoff, 1996](#) – Bortoff H. The Wholeness of Nature: Goethe's Way Toward a Science of Conscious Participation in Nature. Lindisfarne Press, Aurora, Colorado, 1996, 407 p.
- [Brooks et al., 1988](#) – Brooks C.L., Karplus M., Pettitt B.M. Proteins: A Theoretical Perspective of Dynamics, Structure, and Thermodynamics.. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Tronto, Singapore, 1988, 260 p.
- [Caetano-Anolles et al., 2009](#) – Caetano-Anolles G., Wang M., Caetano-Anolles D., Mittenthal J.E. The origin, evolution and structure of the protein world. *Biochem. Journ.*, 2009, Vol. 417, pp. 621-637.
- [Canguilhem, 2000](#) – Canguilhem G. A Vital Rationalist. Zone Books, New York, 2000, 482 p.
- [Chen et al., 2005](#) – Chen I.A., Salehi-Ashtiani K., Szostak J.W. RNA catalysis in model protocell vesicles. *Journ. Am. Chem. Soc.*, 2005, Vol. 127, Is. 38, pp. 13213-13219.
- [Church, Regis, 2012](#) – Church G.M., Regis E. Regenes: How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves. Basic Books (PB Groop), New York, 2012, 304 p.
- [Conway, 1968](#) – Conway M.E. How do Committees Invent? *Datamation*, 1968, Vol. 14, Is. 5, pp. 28-31.
- [Dijksterhuis, 1956](#) – Dijksterhuis E.J. Die Mechanisierung des Weltbildes. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1956, 594 p.
- [Dijksterhuis, 1961](#) – Dijksterhuis E.J. The Mechanization of the World Picture. Clarendon Press, Oxford, 1961, 539 p.

- [Dragoman, Dragoman, 2004](#) – *Dragoman D., Dragoman M.* Quantum-Classical Analogies. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2004, 347 p.
- [Eliasmith, 2013](#) – *Eliasmith C.* How to Build a Brain: A Neural Architecture for Biological Cognition. Oxford University Press, Oxford, New York, 2013, 480 p.
- [Engels, 2012](#) – *Engels F.* Dialectics of Nature. Wellred, London, 2012, 410 p.
- [Ferris, 1999](#) – *Ferris J.P.* Prebiotic Synthesis on Minerals: Bridging the Prebiotic and RNA Worlds. *Biol. Bull.*, 1999, Vol. 196, pp. 311-314.
- [Fujikawa et al., 2005](#) – *Fujikawa S.M., Chen I.A., Szostak J.W.* Shrink-wrap vesicles. *Langmuir*, 2005, Vol. 21, Is. 26, pp. 12124-12129.
- [Geary, 2012](#) – *Geary J.* I Is an Other: The Secret Life of Metaphor and How It Shapes the Way We See the World. Harper Coll. Pub. New York, 2012, 320 p.
- [Gigante, 2009](#) – *Gigante D.* Life: Organic Form and Romanticism. Yale University Press, New Haven. London, 2009. 336 p.
- [Goodsell, 2010](#) – *Goodsell D.S.* The Machinery of Life. Springer – Copernicus, 2010. 168 p.
- [Haraway, 2004](#) – *Haraway D.J.* Crystals, Fabrics, and Fields: Metaphors That Shape Embryos. North Atlantic Books, Berkeley, 2004, 256 p.
- [Harman, Sahtorius, 1998](#) – *Harman W., Sahtorius E.* Biology Revisioned Paperback. North Atlantic Books, Berkeley, 1998, 320 p.
- [Herzen, 2004](#) – *Herzen A.* Letters on the Study of Nature. University Press of the Pacific, Honolulu, Hawaii, 2004. 216 p.
- [Hoffman, 2008](#) – *Hoffman H.* The Physics of Warm Nuclei: With Analogies to Mesoscopic Systems. Oxford University Press, Oxford, New York, 2008, 624 p.
- [Ikehara, 2005](#) – *Ikehara K.* Possible steps to the emergence of life: the [GADV]-protein world hypothesis. *Chem Record*, 2005, Vol. 5, Is. 2, pp. 107-118.
- [Keller, 2003](#) – *Keller E.F.* Making Sense of Life: Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines. Harvard University Press, Cambridge, London, 2003, 400 p.
- [Keller, 1995](#) – *Keller E.F.* Refiguring Life: Metaphors of Twentieth-Century Biology. Columbia University Press, Irvine, New York, Chichester, 1995, 134 p.
- [Koga et al., 2011](#) – *Koga S., Williams D.S., Perriman A.W., Mann S.* Peptide/nucleotide Micro-droplets as a Step Towards a Membrane-free Protocell Model. *Nature Chemistry*, 2011, 3: 720-724.
- [Koonin et al., 2006](#) – *Koonin E.V., Senkevich T.G., Dolja V.V.* The ancient Virus World and evolution of cells. *Biol Direct.*, 2006, Sep 19, 1: 29.
- [Koonin, 2009](#) – *Koonin E.V.* On the origin of cells and viruses: primordial virus world scenario. *Ann NY Acad Sci.*, 2009 Oct, 1178: 47-64. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04992.x
- [Kurihara et al., 2011](#) – *Kurihara K., Tamura M., Shohda K., Toyota T., Suzuki K., Sugawara T.* Self-reproduction of supramolecular giant vesicles combined with the amplification of encapsulated DNA. *Nat Chem.*, Sep 4, 3(10): 775-81.
- [Labica, 1996](#) – *Labica G.* Karl Marx: Thesen über Feuerbach. Argument Verlag, Hamburg, 1996, 150 p.
- [Larralde et al., 1995](#) – *Larralde R., Robertson M.P., Miller S.L.* Rates of decomposition of ribose and other sugars: Implications for chemical evolution (RNA world/pre-RNA world/ribose stability). *PNAS USA*, 1995, Vol. 92, pp. 8158-8160.
- [Lass, 1988](#) – *Lass R.* Biological Metaphor and Cladistic Classification: An Interdisciplinary Approach by Henry Hoenigswald; Linda F. Weiner. *Journal of Linguistics*, 1988, Vol. 25, No. 2, pp. 490-493.
- [Lehn, 1996](#) – *Lehn J.-M.* Supramolecular Self-Organization and the Helicate World. *Origins of life and evolution of the biosphere*, 1996, Vol. 26, Is. 3-5: 299.
- [Leinfellner, 1966](#) – *Leinfellner W.* Die Entstehung der Theorie: Eine Analyse des kritischen Denkens in der Antike. Verlag Karl Albert, Freiburg, München, 1966, 207 p.
- [Lenin, 2002](#) – *Lenin V.I.* Materialism and Empirio-Criticism: Critical Comments on a Reactionary Philosophy. University Press of the Pacific, 2002, 391 p.
- [Lenin, 1961](#) – *Lenin V.I.* Philosophical notebooks (Translated by Clemens Dutt / Ed. by Stewart Smith). Collected works, Vol. 38, Lawrence & Wishart, London, 1961.
- [Losev, 2003a](#) – *Losev A.F.* The Dialectics of Myth. Routledge, London, New York, 2003, 318 p.

- [Losev, 2003b](#) – *Losev A.F.* Twelve Theses on Antique Culture. *Arion. A Journal of Humanities and the Classics*, 2003, 3rd Ser., Vol. 11, Is. 1, pp. 55-70.
- [Luisi, 2010](#) – *Luisi P.L.* The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2010, 315 p.
- [Matthews, 2005](#) – *Matthews C.* The HCN World. Establishing Protein – Nucleic Acid Life via Hydrogen Cyanide Polymers. *Origins; Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, 2005, Vol. 6, II, 121-135.
- [Mattis, 2006](#) – *Mattis D.C.* The Theory of Magnetism Made Simple: An Introduction To Physical Concepts And To Some Useful Mathematical Methods. World Scientific Publishing Company, Singapore, 2006, 580 p.
- [Matveev, Wheatley, 2005](#) – *Matveev V.V., Wheatley D.N.* "Fathers" and "sons" of theories in cell physiology: the membrane theory. *Cellular and Molecular Biology*, 2005, Vol. 51, Is. 8, pp. 797-801.
- [McCarthy, 2003](#) – *McCarthy A.A.* Metaphore Pharmaceuticals: mimicking nature's enzyme. *Chem. Biol.*, 2003, Vol. 10, Is. 12, pp. 1139-1140.
- [Merry, 1995](#) – *Merry U.* Coping with Uncertainty: Insights from the New Sciences of Chaos, Self-Organization, and Complexity. Praeger, Westport, Connecticut, London, 1995, 224 p.
- [Moore, 2006](#) – *Moore G.* Nietzsche, Biology and Metaphor. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2006, 240 p.
- [Mulkidjanian, Galperin, 2009](#) – *Mulkidjanian A.Y., Galperin M.Y.* On the origin of life in the Zinc world. 2. Validation of the hypothesis on the photosynthesizing zinc sulfide edifices as cradles of life on Earth. *Biology Direct*, 2009, Vol. 4(27), 37 p.
- [Mulkidjanian, 2009](#) – *Mulkidjanian A.Y.* On the origin of life in the Zinc world: 1. Photosynthesizing, porous edifices built of hydrothermally precipitated zinc sulfide as cradles of life on Earth. *Biology Direct*, 2009, Vol. 4(26): 39.
- [Newman, 2004](#) – *Newman W.R.* Promethean Ambitions: Alchemy and the Quest to Perfect Nature. University Of Chicago Press, Chicago, London, 2004, 352 p.
- [Plavilscikov, 1962](#) – *Plavilscikov N.N.* Homunculus: Schițe din istoria biologie. "Ed. tineretului", București, 1962, 517 p.
- [Povh, Rosina, 2005](#) – *Povh B., Rosina M.* Scattering and Structures: Essentials and Analogies in Quantum Physics "Springer", Berlin, Heidelberg, New York, 2005, 264 p.
- [Pross, 2012](#) – *Pross A.* What is Life? How Chemistry becomes Biology. "Oxford University Press", Oxford, New York, 2012, 256 p.
- [Rajeev, 2013](#) – *Rajeev S.G.* (2013). Advanced Mechanics: From Euler's Determinism to Arnold's Chaos. "Oxford University Press", Oxford, 2013, 184 p.
- [Rapis, 2005](#) – *Rapis E.* On the problem of nucleation (cell formation) in self-organization of protein nanostructures in vitro and in vivo. *Technical Physics*, 2005, Vol. 50, Is. 6, pp. 780-786.
- [Rasmussen et al., 2004](#) – *Rasmussen, S., Chen, L., Deamer, D., Krakauer, D., Packard, N., Stadler, P., Bedau, M.* Transitions between nonliving and living matter. *Science*, 2004, Vol. 303, Is. 5660, pp. 963-965.
- [Rasmussen et al., 2003](#) – *Rasmussen S., Chen L., Nilsson M., Abe S.* Bridging nonliving and living matter. *Artif Life*, 2003, Vol. 9, Is. 3, pp. 269-316.
- [Regis, 2008](#) – *Regis E.* What Is Life? Investigating the Nature of Life in the Age of Synthetic Biology "Farrar, Straus and Giroux", New York, 2008, 208 p.
- [Resnik, 2000](#) – *Resnik M.D.* Mathematics As a Science of Patterns. Oxford University Press, Oxford, New York, 2000, 304 p.
- [Rey, 1908](#) – *Rey A.* La philosophie moderne. Flammarion, Paris, 1908, 372 p.
- [Richards, 2004](#) – *Richards R.J.* The Romantic Conception of Life: Science and Philosophy in the Age of Goethe. University Of Chicago Press, Chicago, London, 2004, 600 p.
- [Salmon, 1984](#) – *Salmon W.C.* Scientific Explanation and the Causal Structure of the World. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1984, 321 p.
- [Scherer, Fisher, 2010](#) – *Scherer P.O.J., Fisher S.F.* Theoretical Molecular Biophysics. "Springer", Heidelberg, Dordrecht, London, New York, 2010, 373 p.
- [Sedley, 2008](#) – *Sedley D.* Creationism and Its Critics in Antiquity. "University of California Press", Berkley, Los Angeles, London, 2008, 296 p.

- [Segre et al., 2001](#) – *Segre D., Ben-Eli D. Deamer D., Lancet D.* The Lipid World. *Origins Life. Evol. Biosphere*, 2001, Vol. 31, pp. 119-145.
- [Shapiro, 2000](#) – *Shapiro S.* Philosophy of Mathematics: Structure and Ontology. Oxford University Press, Oxford, New York, 2000, 296 p.
- [Simmons, 2011](#) – *Simmons H.* An Introduction to Category Theory. Oxford University Press, Oxford, New York, 2011, 234 p.
- [Spirin, 2010](#) – *Spirin A.S.* Ancient RNA world. *Paleontological Journal*, 2010, Vol. 44, Is. 7, pp. 737-746.
- [Spirin, 2005](#) – *Spirin A.S.* The RNA World and Its Evolution. *Molecular Biology*, 2005, Vol. 39, Is. 4, pp. 466-472.
- [Strick, 2002](#) – *Strick J.E.* Sparks of Life: Darwinism and the Victorian Debates over Spontaneous Generation. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 2002. 304 p.
- [Strulson et al., 2012](#) – *Strulson C.A., Molden R.C., Keating C.D., Bevilacqua P.C.* RNA catalysis through compartmentalization. *Nat Chem.*, 2012, Nov., 4(11): 941-6.
- [Tauber, Chernyak, 1991](#) – *Tauber A.I., Chernyak L.* Metchnikoff and the Origins of Immunology: From Metaphor to Theory. "Oxford University Press", New York, Oxford, 1991, 280 p.
- [Traube, 1864](#) – *Traube M.* Experimente zur Theorie der Zellenbildung. Vorläufige Mitteilung. "Zentralblatt f. d. med. Wissenschaften", No. 39, 1864, pp. 200-206.
- [Traube, 1866](#) – *Traube M.* Über homogene Membranen und deren Einfluß auf die Endosmose. Vorläufige Mitteilungen. Zentralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1866, No. 7 u. 8, pp. 207-212.
- [Traube, 1867](#) – *Traube M.* Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin (Mull. Arch.), 1867, pp. 87-165.
- [Traube, 1867](#) – *Traube M.* Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv, 1867, pp. 213-277.
- [Traube, 1874](#) – *Traube M.* Experimente zur physikalischen Erklärung der Bildung der Zellhaut, ihres Wachstums durch Intussusception und des Aufwärtswachsens der Pflanzen. (Rede, gehalten in der botanischen Sektion der 47. "Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte" (Breslau, 23.9.1874), 1874, pp. 282-295.
- [Valiant, 2013](#) – *Valiant L.* Probably Approximately Correct: Nature's Algorithms for Learning and Prospering in a Complex World. 208 p., Basic Books (Perseus Book Group), New York, 2013.
- [Weber, 1991](#) – *Weber A.L.* Energy from redox disproportionation of sugar carbon drives biotic and abiotic synthesis. *Journ. Molecular Evolution*, 1991, Vol. 44, pp. 354-360.
- [Weber, 1996](#) – *Weber A.L.* The metabolic world; sugars as an energized carbon substrate for prebiotic and biotic synthesis. *Origins of life and evolution of the biosphere*, 1996, Vol. 26, Is. 3-5, pp. 466-467.
- [Weiner, 2008](#) – *Weiner R.M.* Analogies in Physics and Life: A Scientific Autobiography. World Scientific Publishing Company, Singapore, 2008, 436 p.
- [Yanofsky, 2013](#) – *Yanofsky N.S.* The Outer Limits of Reason: What Science, Mathematics, and Logic Cannot Tell Us. The MIT Press, Cambridge, 2013, 424 p.
- [Yu et al., 2012](#) – *Yu H., Zhang S., Chaput J.C.* Darwinian evolution of an alternative genetic system provides support for TNA as an RNA progenitor. *Nature Chemistry*, 2012, Vol. 4, Is. 3, pp. 183-187.
- [Zuckerandl, Pauling, 1965](#) – *Zuckerandl E., Pauling L.* Molecules as documents of evolutionary history. *J. Theor. Biol.*, 1965, Vol. 8(2), pp. 357-366.

References

- [Adamala, Szostak, 2013](#) – *Adamala K., Szostak J.W.* (2013). Competition between model protocells driven by an encapsulated catalyst. *Nat Chem.*, Vol. 5, Is. 6, pp. 495-501.
- [Andras, Andras, 2005](#) – *Andras P., Andras C.* (2005). The origins of life – the 'protein interaction world' hypothesis: protein interactions were the first form of self-reproducing life and nucleic acids evolved later as memory molecules. *Medical Hypotheses*, Vol. 64, pp. 678-688.
- [Andreä, 1616](#) – *Andreä J.V.* (1916). Chymische Hochzeit Christiani Rosencreuetz anno 1459. Arcana publicata vilescunt & gratiam prophanata amittunt. Ergo ne Margaritas objice porcis, seu Asino substerne rosas. 143 p., "Verl. Lazari Zetzners", Straßburg.

[Argemi, Rossetto, 1983](#) – *Argemi J., Rossetto B.* (1983). Solutions périodiques discontinues pour l'approximation singulière d'un modèle neurophysiologique dans R_4 – une métaphore dans R_3 avec chaos. *Journal of Mathematical Biology*, Vol. 17, Is. 1, pp. 67-92.

[Bar-Even et al., 2005](#) – *Bar-Even A., Shenhav B., Kafri R., Lancet D.* (2005). The Lipid World: from catalytic and informational headgroups to micelle replication and evolution without nucleic acids. In: *Life in the Universe*, Ed. by J. Seckbach, Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, pp. 111-114.

[Black, 1962](#) – *Black M.* (1962). *Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 268 p.

[Bortoff, 1996](#) – *Bortoff H.* (1996). *The Wholeness of Nature: Goethe's Way Toward a Science of Conscious Participation in Nature*. Lindisfarne Press, Aurora, Colorado, 407 p.

[Brooks et al., 1988](#) – *Brooks C.L., Karplus M., Pettitt B.M.* (1988). *Proteins: A Theoretical Perspective of Dynamics, Structure, and Thermodynamics*. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Tronto, Singapore, 260 p.

[Caetano-Anolles et al., 2009](#) – *Caetano-Anolles G., Wang M., Caetano-Anolles D., Mittenthal J.E.* (2009). The origin, evolution and structure of the protein world. *Biochem. Journ.*, Vol. 417, pp. 621-637.

[Canguilhem, 2000](#) – *Canguilhem G.* (2000). *A Vital Rationalist*. Zone Books, New York, 482 p.

[Chen et al., 2005](#) – *Chen I.A., Salehi-Ashtiani K., Szostak J.W.* (2005). RNA catalysis in model protocell vesicles. *Journ. Am. Chem. Soc.*, Vol. 127, Is. 38, pp. 13213-13219.

[Church, Regis, 2012](#) – *Church G.M., Regis E.* (2012). *Regenesi: How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*. Basic Books (PB Groop), New York, 304 p.

[Conway, 1968](#) – *Conway M.E.* (1968). How do Committees Invent? *Datamation*, Vol. 14, Is. 5, pp. 28-31.

[Dijksterhuis, 1956](#) – *Dijksterhuis E.J.* (1956). *Die Mechanisierung des Weltbildes*. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 594 p.

[Dijksterhuis, 1961](#) – *Dijksterhuis E.J.* (1961). *The Mechanization of the World Picture*. Clarendon Press, Oxford, 539 p.

[Dragoman, Dragoman, 2004](#) – *Dragoman D., Dragoman M.* (2004). *Quantum-Classical Analogies*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 347 p.

[Eliasmith, 2013](#) – *Eliasmith C.* (2013). *How to Build a Brain: A Neural Architecture for Biological Cognition*. Oxford University Press, Oxford, New York, 480 p.

[Engel's, 1930](#) – *Engel's F.* (1930). *Dialektika prirody [The Dialectic of Nature]*. (v ser. "Biblioteka nauchnogo sotsializma" pod obshch. red. D. Ryazanova). Institut K. Marksa i F. Engel'sa. Gosudarstvennoe izdatel'stvo (Leningradskii Oblastlit), 380 p. [in Russian]

[Engels, 2012](#) – *Engels F.* (2012). *Dialectics of Nature*. Wellred, London, 410 p.

[Ferris, 1999](#) – *Ferris J.P.* (1999). Prebiotic Synthesis on Minerals: Bridging the Prebiotic and RNA Worlds. *Biol. Bull.*, Vol. 196, pp. 311-314.

[Fujikawa et al., 2005](#) – *Fujikawa S.M., Chen I.A., Szostak J.W.* (2005). Shrink-wrap vesicles. *Langmuir*, Vol. 21, Is. 26, pp. 12124-12129.

[Geary, 2012](#) – *Geary J.* (2012). *I Is an Other: The Secret Life of Metaphor and How It Shapes the Way We See the World*. Harper Coll. Pub. New York, 320 p.

[Gertsen, 1946](#) – *Gertsen A.I.* (1946). *Pis'ma ob izuchenii prirody [Letters on the study of nature]*. M., OGIz, 316 p. [in Russian]

[Gigante, 2009](#) – *Gigante D.* (2009). *Life: Organic Form and Romanticism*. Yale University Press, New Haven. London, 336 p.

[Goodsell, 2010](#) – *Goodsell D.S.* (2010). *The Machinery of Life*. Springer – Copernicus, 168 p.

[Haraway, 2004](#) – *Haraway D.J.* (2004). *Crystals, Fabrics, and Fields: Metaphors That Shape Embryos*. North Atlantic Books, Berkeley, 256 p.

[Harman, Sahtorius, 1998](#) – *Harman W., Sahtorius E.* (1998). *Biology Revisioned Paperback*. North Atlantic Books, Berkeley, 320 p.

[Herzen, 2004](#) – *Herzen A.* (2004). *Letters on the Study of Nature*. University Press of the Pacific, Honolulu, Hawaii, 216 p.

[Hoffman, 2008](#) – *Hoffman H.* (2008). *The Physics of Warm Nuclei: With Analogies to Mesoscopic Systems*. Oxford University Press, Oxford, New York, 624 p.

Ikehara, 2005 – Ikehara K. (2005). Possible steps to the emergence of life: the [GADV]-protein world hypothesis. *Chem Record*, Vol. 5, Is. 2, pp. 107-118.

Keller, 1995 – Keller E.F. (1995). *Refiguring Life: Metaphors of Twentieth-Century Biology*. Columbia University Press, Irvine, New York, Chichester, 134 p.

Keller, 2003 – Keller E.F. (2003). *Making Sense of Life: Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines*. Harvard University Press, Cambridge, London, 400 p.

Koga et al., 2011 – Koga S., Williams D.S., Perriman A.W., Mann S. (2011). Peptide/nucleotide Micro-droplets as a Step Towards a Membrane-free Protocell Model. *Nature Chemistry*, 3: 720-724.

Koonin et al., 2006 – Koonin E.V., Senkevich T.G., Dolja V.V. (2006). The ancient Virus World and evolution of cells. *Biol Direct.*, Sep 19, 1: 29.

Koonin, 2009 – Koonin E.V. (2009). On the origin of cells and viruses: primordial virus world scenario. *Ann N Y Acad Sci.*, Oct, 1178: 47-64. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04992.x

Kurihara et al., 2011 – Kurihara K., Tamura M., Shohda K., Toyota T., Suzuki K., Sugawara T. (2011). Self-reproduction of supramolecular giant vesicles combined with the amplification of encapsulated DNA. *Nat Chem.*, Sep 4, 3(10): 775-81.

Labica, 1996 – Labica G. (1996). *Karl Marx: Thesen über Feuerbach*. Argument Verlag, Hamburg, 150 p.

Larralde et al., 1995 – Larralde R., Robertson M.P., Miller S.L. (1995). Rates of decomposition of ribose and other sugars: Implications for chemical evolution (RNA world/pre-RNA world/ribose stability). *PNAS USA*, Vol. 92, pp. 8158-8160.

Lass, 1988 – Lass R. (1988). Biological Metaphor and Cladistic Classification: An Interdisciplinary Approach by Henry Hoenigswald; Linda F. Weiner. *Journal of Linguistics*, Vol. 25, No. 2, pp. 490-493.

Lehn, 1996 – Lehn J.-M. (1996). *Supramolecular Self-Organization and the Helicate World. Origins of life and evolution of the biosphere*, Vol. 26, Is. 3-5: 299.

Leinfellner, 1966 – Leinfellner W. (1966). *Die Entstehung der Theorie: Eine Analyse des kritischen Denkens in der Antike*. Verlag Karl Albert, Freiburg, München, 207 p.

Lenin, 1933 – Lenin V.I. (1933). *Filosofskie tetrad [Philosophical notebooks]*. In-tut Marksa-Engel'sa-Lenina pri TsK VKP(b). Partiinoe izdatel'stvo, M. 475 p. [in Russian]

Lenin, 1961 – Lenin V.I. (1961). *Philosophical notebooks* (Translated by Clemens Dutt. Ed. by Stewart Smith). *Collected works*, Vol. 38, Lawrence & Wishart, London.

Lenin, 2002 – Lenin V.I. (2002). *Materialism and Empirio-Criticism: Critical Comments on a Reactionary Philosophy*. University Press of the Pacific, 391 p.

Losev, 2003a – Losev A.F. (2003). *The Dialectics of Myth*. Routledge, London, New York, 318 p.

Losev, 2003b – Losev A.F. (2003). *Twelve Theses on Antique Culture*. Arion. *A Journal of Humanities and the Classics*, 3rd Ser., Vol. 11, Is. 1, pp. 55-70.

Luisi, 2010 – Luisi P.L. (2010). *The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 315 p.

Matthews, 2005 – Matthews C. (2005). *The HCN World. Establishing Protein – Nucleic Acid Life via Hydrogen Cyanide Polymers. Origins; Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, Vol. 6, II., 121-135.

Mattis, 2006 – Mattis D.C. (2006). *The Theory of Magnetism Made Simple: An Introduction To Physical Concepts And To Some Useful Mathematical Methods*. World Scientific Publishing Company, Singapore, 580 p.

Matveev, Wheatley, 2005 – Matveev V.V., Wheatley D.N. (2005). "Fathers" and "sons" of theories in cell physiology: the membrane theory. *Cellular and Molecular Biology*, Vol. 51, Is. 8, pp. 797-801.

McCarthy, 2003 – McCarthy A.A. (2003). *Metaphore Pharmaceuticals: mimicking nature's enzyme*. *Chem. Biol.*, Vol. 10, Is. 12, pp. 1139-1140.

Merry, 1995 – Merry U. (1995). *Coping with Uncertainty: Insights from the New Sciences of Chaos, Self-Organization, and Complexity*. Praeger, Westport, Connecticut, London, 224 p.

Moore, 2006 – Moore G. (2006). *Nietzsche, Biology and Metaphor*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 240 p.

Mulkiđjanian, 2009 – *Mulkiđjanian A.Y.* (2009). On the origin of life in the Zinc world: 1. Photosynthesizing, porous edifices built of hydrothermally precipitated zinc sulfide as cradles of life on Earth. *Biology Direct*, Vol. 4(26): 39.

Mulkiđjanian, Galperin, 2009 – *Mulkiđjanian A.Y., Galperin M.Y.* (2009). On the origin of life in the Zinc world. 2. Validation of the hypothesis on the photosynthesizing zinc sulfide edifices as cradles of life on Earth. *Biology Direct*, Vol. 4(27), 37 p.

Newman, 2004 – *Newman W.R.* (2004). *Promethean Ambitions: Alchemy and the Quest to Perfect Nature*. University Of Chicago Press, Chicago, London, 352 p.

Plavilscikov, 1962 – *Plavilscikov N.N.* (1962). *Homunculus: Schițe din istoria biologie*. "Ed. tineretului", București, 517 p.

Povh, Rosina, 2005 – *Povh B., Rosina M.* (2005). *Scattering and Structures: Essentials and Analogies in Quantum Physics* "Springer", Berlin, Heidelberg, New York, 264 p.

Pross, 2012 – *Pross A.* (2012). *What is Life? How Chemistry becomes Biology*. "Oxford University Press", Oxford, New York, 256 p.

Rajeev, 2013 – *Rajeev S.G.* (2013). *Advanced Mechanics: From Euler's Determinism to Arnold's Chaos*. "Oxford University Press", Oxford, 184 p.

Rapis, 2005 – *Rapis E.* (2005). On the problem of nucleation (cell formation) in self-organization of protein nanostructures in vitro and in vivo. *Technical Physics*, Vol. 50, Is. 6, pp. 780-786.

Rasmussen et al., 2003 – *Rasmussen S., Chen L., Nilsson M., Abe S.* (2003). Bridging nonliving and living matter. *Artif Life*, Vol. 9, Is. 3, pp. 269-316.

Rasmussen et al., 2004 – *Rasmussen, S., Chen, L., Deamer, D., Krakauer, D., Packard, N., Stadler, P., Bedau, M.* (2004). Transitions between nonliving and living matter. *Science*, Vol. 303, Is. 5660, pp. 963-965.

Regis, 2008 – *Regis E.* (2008). *What Is Life? Investigating the Nature of Life in the Age of Synthetic Biology* Farrar, Straus and Giroux", New York, 208 p.

Resnik, 2000 – *Resnik M.D.* (2000). *Mathematics As a Science of Patterns*. Oxford University Press, Oxford, New York, 304 p.

Rey, 1908 – *Rey A.* (1908). *La philosophie moderne*. Flammarion, Paris, 372 p.

Richards, 2004 – *Richards R.J.* (2004). *The Romantic Conception of Life: Science and Philosophy in the Age of Goethe*. University Of Chicago Press, Chicago, London, 600 p.

Salmon, 1984 – *Salmon W.C.* (1984). *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 321 p.

Scherer, Fisher, 2010 – *Scherer P.O.J., Fisher S.F.* (2010). *Theoretical Molecular Biophysics*. "Springer", Heidelberg, Dordrecht, London, New York, 373 p.

Sedley, 2008 – *Sedley D.* (2008). *Creationism and Its Critics in Antiquity*. "University of California Press", Berkley, Los Angeles, London, 296 p.

Segre et al., 2001 – *Segre D., Ben-Eli D., Deamer D., Lancet D.* (2001). The Lipid World. *Origins Life. Evol. Biosphere*, Vol. 31, pp. 119-145.

Shapiro, 2000 – *Shapiro S.* (2000). *Philosophy of Mathematics: Structure and Ontology*. Oxford University Press, Oxford, New York, 296 p.

Simmons, 2011 – *Simmons H.* (2011). *An Introduction to Category Theory*. Oxford University Press, Oxford, New York, 234 p.

Spirin, 2005 – *Spirin A.S.* (2005). The RNA World and Its Evolution. *Molecular Biology*, Vol. 39, Is. 4, pp. 466-472.

Spirin, 2010 – *Spirin A.S.* (2010). Ancient RNA world. *Paleontological Journal*, Vol. 44, Is. 7, pp. 737-746.

Strick, 2002 – *Strick J.E.* (2002). *Sparks of Life: Darwinism and the Victorian Debates over Spontaneous Generation*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 304 p.

Strulson et al., 2012 – *Strulson C.A., Molden R.C., Keating C.D., Bevilacqua P.C.* (2012). RNA catalysis through compartmentalization. *Nat Chem.*, Nov., 4(11): 941-6.

Tauber, Chernyak, 1991 – *Tauber A.I., Chernyak L.* (1991). *Metchnikoff and the Origins of Immunology: From Metaphor to Theory*. "Oxford University Press", New York, Oxford, 280 p.

Traube, 1864 – *Traube M.* (1864). *Experimente zur Theorie der Zellenbildung*. Vorläufige Mitteilung. "Zentralblatt f. d. med. Wissenschaften", No. 39, pp. 200-206.

[Traube, 1866](#) – *Traube M.* (1866). Über homogene Membranen und deren Einfluß auf die Endosmose. Vorläufige Mitteilungen. Zentralblatt f. d. med. Wissenschaften, No. 7 u. 8, pp. 207-212.

[Traube, 1867](#) – *Traube M.* (1867). Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin (Mull. Arch.), pp. 87-165.

[Traube, 1867](#) – *Traube M.* (1867). Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv, pp. 213-277.

[Traube, 1874](#) – *Traube M.* (1874). Experimente zur physikalischen Erklärung der Bildung der Zellhaut, ihres Wachstums durch Intussusception und des Aufwärtswachsens der Pflanzen. (Rede, gehalten in der botanischen Sektion der 47. "Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte" (Breslau, 23.9.1874), pp. 282-295.

[Valiant, 2013](#) – *Valiant L.* (2013). Probably Approximately Correct: Nature's Algorithms for Learning and Prospering in a Complex World. 208 p., Basic Books (Perseus Book Group), New York.

[Weber, 1996](#) – *Weber A.L.* (1996). The metabolic world; sugars as an energized carbon substrate for prebiotic and biotic synthesis. *Origins of life and evolution of the biosphere*, Vol. 26, Is. 3-5, pp. 466-467.

[Weber, 1991](#) – *Weber A.L.* (1991). Energy from redox disproportionation of sugar carbon drives biotic and abiotic synthesis. *Journ. Molecular Evolution*, Vol. 44, pp. 354-360.

[Weiner, 2008](#) – *Weiner R.M.* (2008). Analogies in Physics and Life: A Scientific Autobiography. World Scientific Publishing Company, Singapore, 436 p.

[Yanofsky, 2013](#) – *Yanofsky N.S.* (2013). The Outer Limits of Reason: What Science, Mathematics, and Logic Cannot Tell Us. The MIT Press, Cambridge, 424 p.

[Yu et al., 2012](#) – *Yu H., Zhang S., Chaput J.C.* (2012). Darwinian evolution of an alternative genetic system provides support for TNA as an RNA progenitor. *Nature Chemistry*, Vol. 4, Is. 3, pp. 183-187.

[Zuckerandl, Pauling, 1965](#) – *Zuckerandl E., Pauling L.* (1965). Molecules as documents of evolutionary history. *J. Theor. Biol.*, Vol. 8(2), pp. 357-366.